

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ТЕРМООБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТРУБ Ø87X19,5 ММ ИЗ СПЛАВА VST3331

*Шушакова Е.А., Ахметянова Е.М., Лагунова Н.А.,
Калиенко М.С., Панкратов А.Н.*

*Руководители – Волков А.В. *, Савватеева Г.В.**

** ОАО «Корпорация ВСМПО-АВИСМА», г. Верхняя Салда
sosnovsky@vsm-po.ru*

Одним из перспективных вариантов применения сплава VST3331 (Ti-3Al-3V-3Mo-1Zr) является его использование в качестве материала для изготовления труб методом холодной прокатки. Целью данной работы явилось исследование влияния режимов термообработки на структуру и механические свойства труб Ø87x19,5 мм из сплава VST3331.

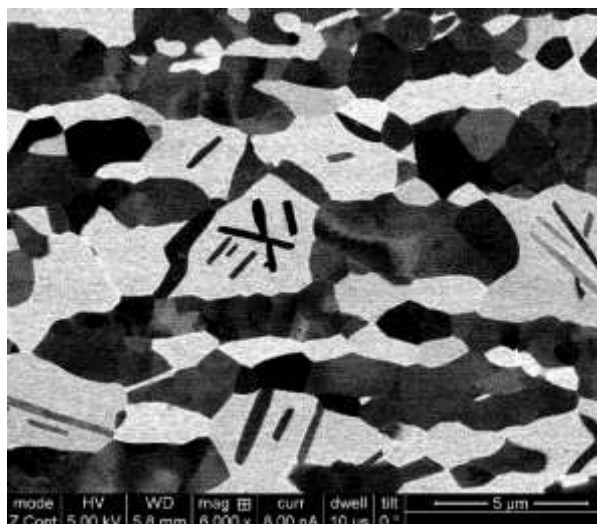
Работа проведена на горячепрессованном материале трубы Ø87x19,5мм из сплава VST3331. Температура нагрева перед прессованием $T=800\text{ }^{\circ}\text{C}$.

По результатам оптической и растровой электронной микроскопии в горячепрессованном состоянии в трубах из сплава VST3331 протекают процессы распада с выделением пластинчатой вторичной α -фазы в β -твердом растворе (рис.1 а).

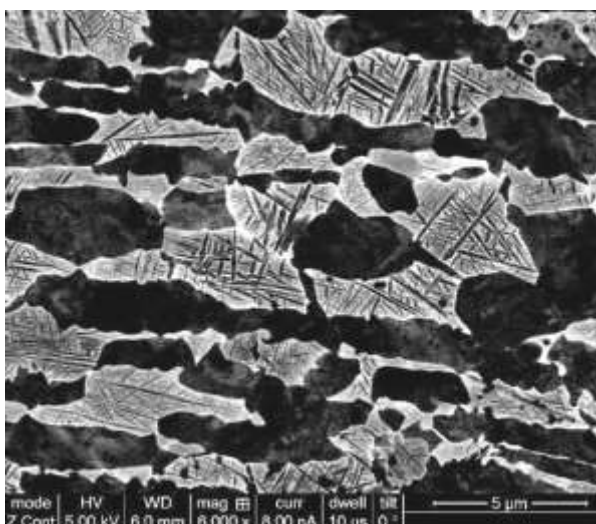
Проведение нагрева горячепрессованной трубы на $500\div 700\text{ }^{\circ}\text{C}$ приводит к падению характеристик твердости и прочности, а при температурах нагрева $740\div 770\text{ }^{\circ}\text{C}$ происходит рост прочности и твердости предположительно за счет образования ω -фазы, упрочняющей сплав (рис.1 б). С повышением температуры нагрева продукты распада β -твердого раствора растворяются.

Нагрев образцов после обработки по режиму: г.п.+ $770\text{ }^{\circ}\text{C}$ -2 ч-воздух на $350\div 400\text{ }^{\circ}\text{C}$, приводит к выделению мелкодисперсных продуктов распада и ω -фазы, что вызывает резкое повышение характеристик твердости и прочности относительно исходного состояния. По мере повышения температуры старения до $450\div 620\text{ }^{\circ}\text{C}$ происходит падение характеристик твердости и прочности и, соответственно, повышение характеристик пластичности за счет укрупнения продуктов распада β -твердого раствора.

Нагрев образцов после обработки по режиму: г.п.+ $650\text{ }^{\circ}\text{C}$ -2ч-воздух на $350\div 570\text{ }^{\circ}\text{C}$ не приводит к существенным изменениям микроструктуры по сравнению с горячепрессованным состоянием (рис.2), значения твердости и прочности остаются примерно на одном уровне

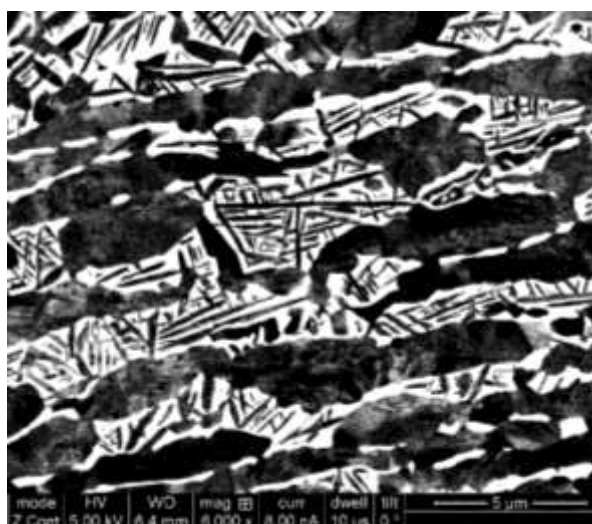


а



б

Рисунок 1 Микроструктура образцов трубы Ø87х19,5мм из сплава VST3331 в продольном направлении в горячедеформированном (а) состоянии и после термообработки по режиму г.п.+740°C-2ч-воздух (б)



а



б

Рисунок 2 Микроструктура образца трубы Ø87х19,5мм из сплава VST3331 в продольном направлении после термообработки: г.п.+650°C-2ч-воздух (а), г.п.+650°C-2ч-воздух+570°C-8ч-воздух (б)

Проведение предварительного нагрева горячепрессованной трубы на 800 °С с последующим охлаждением в печи до 650 °С, далее на воздухе приводит к формированию двухфазной ($\alpha+\beta$)-структуры преимущественно глобулярного типа. Кроме этого, в структуре наблюдаются достаточно крупные продукты распада. Последующий нагрев образцов с описанной выше структурой на 650 °С приводит к распаду метастабильного β -твердого раствора с выделением достаточно крупных пластин вторичной α -фазы. При температуре нагрева 700 °С помимо крупных пластин

вторичной α -фазы в процессе охлаждения с данной температуры выделяются мелкодисперсные продукты распада. При температуре же нагрева 750 °С крупных пластин $\alpha_{\text{втор}}$ -фазы практически не наблюдается и в структуре выделяется преимущественно мелкодисперсная вторичная α -фаза.

Проведение обработки по режиму: г.п.+800 °С-2 ч-печь до 700 °С-воздух+старение при 350÷400 °С-воздух не приводит к образованию продуктов распада. При температуре старения 450°С в структуре отмечается выделение мелкодисперсных продуктов распада метастабильного β -твердого раствора. Дальнейшее повышение температуры старения до 500÷620 °С приводит к укрупнению пластин вторичной α -фазы.

Таким образом, в данной работе исследовано влияние различных режимов термообработки (1 ступень термообработки – 650÷800 °С, 2-ая ступень термообработки – 350÷620 °С) на механические свойства, структуру и фазовый состав образцов от труб, процессы растворения и выделения α -фазы при нагреве и охлаждении под прокатку, а также определен температурный интервал существования ω -фазы, и возможность выделения ее в процессе охлаждения с температуры нагрева под прокатку.